

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3540988 A1

(51) Int. Cl. 4:  
**G 01 R 1/20**  
G 01 R 15/00  
G 01 D 5/12  
G 08 C 19/16

(21) Aktenzeichen: P 35 40 988.6  
(22) Anmeldetag: 19. 11. 85  
(43) Offenlegungstag: 21. 5. 87

Behördeneigentum

(71) Anmelder:  
Camille Bauer Meßinstrumente AG, Wohlen,  
Aargau, CH

(74) Vertreter:  
Otte, P., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7250 Leonberg

(72) Erfinder:  
Ludin, Ludwig, Dipl.-Ing., Anglikon, Aargau, CH

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Schaltung zur Meßumformung mit galvanischer Trennung

Bei einer Schaltung zur Meßumformung mit galvanischer Trennung, die einen Zweileiter-Meßumformer mit Strommeßwandler mit überlagertem Steuersignal betrifft, wird vorgeschlagen, einerseits die Speiseenergie für den das Meßsignal liefernden Meßumformer und andererseits das vom Meßumformer kommende Meßsignal gegenläufig über einen als gemeinsame Potentialtrennstelle arbeitenden Übertrager zu führen. Dabei wird die Pulsdauer eines den Übertrager primärseitig speisenden und jeweils in die Sättigung treibenden Kippgenerators vom Sättigungsverhalten des Übertragers bestimmt und dieses ergibt sich aus der Summe des vom Kippgenerator gelieferten Primärstroms und des vom Meßumformer gelieferten, meßgrößenbehaf-ten Sekundärstroms.

DE 3540988 A1

DE 3540988 A1

## Patentansprüche

1. Schaltung zur Meßumformung mit galvanischer Trennung, insbesondere Zweileiter-Meßumformer mit Strommeßwandler mit überlagertem Steuersignal, wobei der einen Wicklung (Sekundärwicklung) eines Übertragers mit weichmagnetischem Kern das Meßsignal ( $X$ ) zugeführt und die andere Wicklung (Primärwicklung) mit einer in ihrer Polarität in Abhängigkeit zum magnetischen Sättigungszustand umsteuerbaren Spannungsquelle verbunden ist; dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig die Speiseenergie für den das Meßsignal (12) liefernden Meßumformer ( $MU$ ) einerseits und das vom Meßumformer ( $MU$ ) kommende Meßsignal (12) andererseits in gegenläufigen Richtungen über den als gemeinsame Potentialtrennstelle arbeitenden Übertrager ( $W$ ) geführt sind.
2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Übertrager ( $W$ ) Teil eines über die Zweidrahtverbindung an den Meßumformer ( $MU$ ) angeschlossenen Speisetrennwandlers ( $ST$ ) ist, wobei die Sekundärwicklung ( $W_2$ ) des Übertragers von einer in ihrer Polarität umpolbaren, an die Primärwicklung angeschlossenen Spannungsquelle (Konstantspannungsquelle  $K_0$ ) die vom Meßumformer benötigte Grundenergie ( $I_0$ ) erhält und rückwirkend durch einen Signalanteil ( $I_x$ ) im über die Zweidrahtverbindung fließenden Strom ( $I_2$ ) das Sättigungsverhalten des weichmagnetischen Übertragerkerns ( $K$ ) bestimmt.
3. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärwicklung ( $W_1$ ) des Übertragers ( $W$ ) von einem Kippgenerator ( $KG$ ) mit amplitudenstabilierter Spannung ( $u_1$ ) gespeist wird und die gleichgerichtete Spannung ( $U_2$ ) der Sekundärwicklung ( $W_2$ ) den Meßumformer ( $MU$ ) speist, wobei der vom Meßumformer ( $MU$ ) gesteuerte, die Meßgröße ( $X$ ) abbildende Sekundärstrom ( $I_2$ ) den Übertragerkern ( $K$ ) vormagnetisiert und dadurch über die an der Primärwicklung abgegriffene Spannung ( $u_s$ ) das Tastverhältnis des Kippgenerators ( $KG$ ) sättigungsbezogen und damit proportional zum Sekundärstrom ( $I_2$ ) verändert.
4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärwicklung ( $W_1$ ) über einen Begrenzungswiderstand ( $R_b$ ) von dem Kippgenerator ( $KG$ ) mit der amplitudenstabilen Spannung gespeist ist.
5. Schaltung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Gleichrichter ( $G$ ) im Sekundärkreis des Übertragers ein Einweggleichrichter ist.
6. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kippgenerator ( $KG$ ) ein von der unmittelbar an der Primärwicklung ( $W_1$ ) des Übertragers ( $W$ ) abfallenden Spannung ( $u_s$ ) über einen zwischengeschalteten Verstärker ( $V$ ) gesteuerter Umschalter ist.
7. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Umschalter von zwei hintereinandergeschalteten, beidseitig an jeweils positiver und negativer Hilfsspannung ( $U_{H+}$ ,  $U_{H-}$ ) liegenden Halbleiterschaltern (Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$ ) gebildet ist, deren gemeinsamer Ausgang mit antiparallel geschalteten Begrenzerdiode (Konstantspannungsdioden  $D_1$ ,  $D_2$ ) verbunden ist, wobei an diesen Ausgang über den Begrenzungswiderstand

( $R_b$ ) sowohl die Primärwicklung ( $W_1$ ) des Übertragers ( $W$ ) als auch ein die zeitverschlüsselte Information über die Meßgröße ( $X$ ) auswertendes Meßglied ( $V$ ) angeschlossen ist.

8. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärwicklung ( $W_1$ ) des Übertragers ( $W$ ) über beidseitige Vorwiderstände ( $R_V$ ) mit den beiden Eingängen des als Operationsverstärker ausgebildeten Verstärkers ( $V$ ) verbunden ist, dessen Ausgang die zusammengeführten Steueranschlüsse der beiden die Halbleiter bildenden Schalttransistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) ansteuert.

9. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Sekundärspannung ( $u_2$ ) des Übertragers ( $W$ ) nach Einweggleichrichtung zur Bildung des den Meßumformer ( $MU$ ) speisenden und gleichzeitig eine Information über die Eingangsmeßgröße ( $X$ ) enthaltenden Meßgleichstroms ( $I_2 = I_0 + I_x$ ) über Kondensatoren ( $C_1$ ,  $C_2$ ) gefiltert und, gegebenenfalls über einen weiteren Vorwiderstand ( $R$ ), dem Meßumformer ( $MU$ ) zugeführt ist.

10. Schaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude der Restwelligkeit der gleichgerichteten Meßumformer-Speisespannung ( $U_2$ ) durch Änderung der Filterwirkung einstellbar ist zur Erzeugung eines vom Meßumformer ( $MU$ ) auszuwertenden, ergänzenden Steuersignals.

11. Schaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schalter ( $S$ ) vorgesehen ist, mit welchem ein der Filterung der Meßumformer-Speisespannung ( $u_2$ ) dienender zusätzlicher Kondensator ( $C_2$ ) zu- oder abgeschaltet wird.

12. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen, ein Maß für die Eingangsmeßgröße ( $X$ ) darstellenden Periodendauerintervalle ( $t_1$ ,  $t_2$ -Tastverhältnis) der vom Kippgenerator ( $KG$ ) gelieferten Ausgangsrechteckspannung als digitale Zeitwerte (beispielsweise durch Auszählen) ermittelt und aus diesen ein numerischer Wert für die Meßgröße ( $X$ ) errechnet wird.

13. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zeitliche Mittelwert der vom Kippgenerator ( $KG$ ) gelieferten, amplitudenstabilisierten Spannung ( $u_1$ ) als Maß für den Meßgleichstrom ( $I_2$ ) und insofern für die Meßgröße ( $X$ ) unmittelbar durch Beaufschlagung eines vom Kippgenerator ( $KG$ ) nachgeschalteten integrierenden Operationsverstärkers ( $V$ ) gebildet und in ein analoges Ausgangssignal umgewandelt wird.

14. Schaltung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß des konstanten Grundanteils ( $I_0$ ) am Meßgleichstrom ( $I_2$ ) durch eine entsprechende (negative) Vorspannung am das Meßglied bildenden integrierenden Operationsverstärker ( $V$ ) kompensiert wird, derart, daß die Ausgangsspannung des Verstärkers ein auf Null bezogenes meßgrößenproportionales Ausgangssignal ( $X_A$ ) liefert.

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Schaltung zur Meß-

umformung mit galvanischer Trennung nach der Gattung des Hauptanspruchs. Eine solche Schaltung ist bekannt (DE-PS 11 53 452) und umfaßt einen Strommeßwandler, bestehend aus einem Übertrager mit weichmagnetischem Kern und einer Primärentwicklung, der der zu messende Strom nach Amplitude und Richtung zugeführt ist und die den Kern des Übertragers entsprechend vormagnetisiert. Ferner sind zwei Sekundärwicklungen vorgesehen, von denen eine in Reihe mit der Meßanordnung und einem Kippgenerator geschaltet ist. Die Meßanordnung erfaßt an dieser Sekundärwicklung eine Größe, die ein Abbild des der Primärwicklung zugeführten Meßstroms ist. Die Meßanordnung kann beispielsweise ein einen arithmetischen Mittelwert anzeigennder Strommesser sein. Die andere Sekundärwicklung ist mit einer Steuereinrichtung in Reihe geschaltet, die so ausgebildet ist, daß die dann, wenn die durch den Kippgenerator über die erste Sekundärwicklung in der zweiten Sekundärwicklung (Steuerwicklung) induzierte EMK infolge Eintritts des magnetischen Sättigungszustandes abfällt, über elektronische Schaltmittel den Kippgenerator derart beaufschlagt, daß er sprunghaft die Polarität seiner Ausgangsspannung wechselt, bei Beginn der Sättigung also jeweils kippt. Hierdurch gelingt die unverzögerte Übertragung von Primärstromänderungen und die Erzielung einer möglichst linearen Abhängigkeit zwischen Primärstrom und Sekundärstrom. Problematisch ist allerdings, daß die in Reihe mit der vom Kippgenerator erregten Wicklung des Übertragers liegende und das gewandelte Strommeßsignal auswertende Meßeinrichtung (Strommesser) von den steilen Schaltspitzen des vom Kippgenerator gelieferten Erreger-Wechselstroms durchflossen ist und ein derart geformter Strom als Meßsignal an diese meßwertverarbeitende Einrichtung hohe Anforderungen stellt, wobei zudem die Impedanz der Meßeinrichtung die Magnetisierung des Kerns mit beeinflußt. Besonders problematisch dürfte ferner die in der Primärentwicklung induzierte Wechselspannung sein, welche sich dem primären Meßkreis störend überlagert und mit erheblichem Aufwand und Verlusten unterdrückt werden muß. Ein praktisches, in Fig. 2 dieser Veröffentlichung (DE-PS 11 53 452) gezeigtes Ausführungsbeispiel benötigt einen Übertrager mit mindestens vier Teilwicklungen, wobei für die Lieferung der notwendigen Energie für den Meßumformer selbst eine separate Gleichspannungsquelle erforderlich ist, damit das der Primärwicklung zugeführte Strommeßsignal vom Meßumformer erzeugt werden kann.

Das Grundprinzip der Meßwertübertragung unter Verwendung eines Übertragers mit gesättigtem Kern ist ferner bekannt aus der DE-PS 9 05 169 und der DE-PS 9 07 673, die in ihren Maßnahmen jedoch hinter der an erster Stelle genannten DE-PS 11 53 452 zurückbleiben.

Es ist ferner allgemein bekannt, zur Meßwertübertragung eine separat erzeugte Pilotfrequenz als Steuersignal einem Zweileiter-Meßumformerkreis zu überlagern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer solchen Schaltung zur Meßumformung bei gleichzeitiger Sicherstellung einer hohen Übertragungsgenauigkeit sowohl die Funktion der Speisung des eigentlichen Meßumformers, die Funktion der galvanischen Signaltrennung und die Funktion der Übertragung und Bildung des Meßsignals (Meßwertübertragung) in einem Element zu vereinen und hierdurch eine solche Schaltung insgesamt entscheidend zu vereinfachen und zu

verbessern.

#### Vorteile der Erfindung

- 5 Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs und hat den Vorteil, daß bei gleichzeitiger Erzielung sehr guter Meßergebnisse insbesondere hinsichtlich Präzision und Störsicherheit ein besonders einfacher Aufbau sowohl
- 10 im Bereich des eigentlichen Meßumformerkreises als auch mit Bezug auf die sonst erforderliche Speisung des Meßumformers selbst erzielt wird. Tatsächlich benötigt der Meßumformer keine separate Gleichspannungsquelle zur Speisung, denn die Energie für seine Speisung
- 15 wird von der das Signal verarbeitenden Einrichtung über die Zweileiter-Verbindung zum Meßumformer geführt, auf welcher auch von diesem das Meßsignal zur auswertenden Meßeinrichtung gelangt. Mit anderen Worten über das gleiche Leitungspaar und über eine
- 20 gemeinsame Trennstelle, welche durch einen induktiven Übertrager gebildet ist, der gleichzeitig als Transistor und als Meßwandler arbeitet, erfolgt die Speisung des Meßumformers aus dem Signalkreis und, gegenläufig zu diesem Energiefluß, die Meßsignalübertragung und Auswertung.

Dabei ist ferner von besonderem Vorteil, daß die eigentliche dem Kreis mit dem galvanischen Trennwandler nachgeschaltete Meßsignal-Auswerteeinrichtung ein praktisch störspannungsfreies Rechteckwellensignal, unmittelbar von einem Kippgenerator gewonnen, zur Auswertung zugeführt wird es ausschließlich das Taktverhältnis bzw. die Zeitpunkte der Nulldurchgänge dieser Rechteckspannung sind, die daher in pulsdauermodulierter Form ein Maß für das Meßsignal sind. Ist daher die Speisespannung für den Kippgenerator stabilisiert bzw. liefert dieser zur Auswertung eine amplitudenstabilisierte Wechselspannung, dann kann ein für die Meßgröße oder das Meßsignal bestimmendes Ausgangssignal entweder unmittelbar durch analoge Integration gewonnen werden oder die Taktintervalle des Kippgenerators werden als digitale Zeitwerte ermittelt und dienen der Errechnung eines numerischen Werts für das Meßsignal.

Besonders vorteilhaft ist ferner, daß die erfindungsge-  
mäßige Ausbildung der Speiseenergiezuführung zum Meßumformer zur ergänzenden Signalgabe im Sekundärkreis ausgenutzt werden kann, und zwar dadurch, daß die Amplitude der Restwelligkeit der dann gleichgerichteten Meßumformer-Speisespannung einstellbar  
ausgebildet ist und je nach Restwelligkeit entsprechende Steuersignale zusätzlich gewonnen und ausgewertet werden können, etwa zur Auslösung von Prüfvorgängen. Der Meßumformer kann dann mit einer zusätzlichen Steuereinrichtung versehen sein, die selektiv auf  
eine Erhöhung der Restwelligkeit der Speisespannung anspricht und den Meßumformer veranlaßt, weitere Funktionen zu übernehmen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Schaltung zur Meßumformung möglich. Besonders vorteilhaft ist die einfache, durchlaufend von einem einzigen Leiterpaar, unter Einschluß der von dem Übertrager mit weichmagnetischem Kern gebildeten Trennstelle, gebildete Reihenschaltung der einzelnen Teilkomponenten, also beginnend vom Ort der Meßwerterzeugung, des Meßumformers, eines zwischen diesen und der Sekundärwicklung des Übertragers geschalteten

Gleichricht- und Siebteils, des an die Primärwicklung des Übertragers angeschlossenen Kippgenerators und eines diesem nachgeschalteten, beispielsweise als integrierender Verstärker ausgebildeten Meßwert-Auswerteeinrichtung, wobei eine externe Spannungszuführung ausschließlich im Bereich des Kippgenerators zu dessen Speisung erfolgt.

### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes, vereinfachtes Ausführungsbeispiel, im wesentlichen in Form eines Blockschaltbildes,

Fig. 2 eine detaillierte Darstellung einer Ausführungsform vorliegender Erfindung zur Meßumformung mit galvanischer Trennung,

Fig. 3 als detailliertes Schaltungsbeispiel eine mögliche Ausführungsform des Kippgenerators und

Fig. 4 in Form von Diagrammen über der Zeit Kurvenverläufe elektrischer Größen, wie sie an bestimmten Punkten der Schaltung auftreten.

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Der Grundgedanke vorliegender Erfindung besteht darin, bei einem Meßumformungskreis mit galvanischer Trennung der eingangs genannten Gattung die Speiseenergie für den Meßumformer von der das Signal verarbeitenden Einrichtung zu liefern, bei einem Zweileiter-Meßumformerkreis aber dafür zu sorgen, daß die den Trennübertrager speisende signalverarbeitende Einrichtung einerseits über die vorzugsweise gleichgerichtete Sekundärspannung des Übertragers gleichzeitig die vom Meßumformer benötigte Grundenergie liefert als auch den das Meßsignal bildenden Gleichstrom, der durch die Sekundärwicklung des Übertragers fließt, als Information zu verarbeiten.

In Fig. 1 ist eine Meßumformerschaltung gezeigt, die einen Meßumformer, nämlich Zweileiter-Meßumformer  $MU$  umfaßt, der in für sich gesehen bekannter Weise einen festgelegten Bereich der Eingangsmeßgröße  $X$  in eine normierte Änderung beispielsweise des den Meßumformer  $MU$  speisenden Stroms  $I_2$  umformt. Ein solcher Meßumformer kann beispielsweise ein üblicher Zweileiter-Transmitter sein, der eine Eingangsmeßgröße in einen proportionalen Ausgangsstrom umformt. Da bei den dargestellten Ausführungsbeispielen der Erfindung der Speiseenergiefluß umgekehrt, also entgegengesetzt zum Fluß oder zur Richtung des vom Meßumformer  $MU$  ausgehenden Meßsignals verläuft, wird im folgenden zunächst die Gewinnung der Speiseenergie für den Meßumformer erläutert. In Verbindung mit den in Fig. 1 gezeigten Schaltungsmitteln, die dann gleichzeitig in zweiter Aufgabe die Signalinformation auswerten.

Es ist ein galvanisch trennender Übertrager  $W$  vorgesehen, der einen sättigbaren Kern  $K$ , eine Sekundärwicklung  $W_2$  und eine Primärwicklung  $W_1$  aufweist. Die Primärwicklung  $W_1$  des Übertragers  $W$  wird von einem in seiner Richtung änderbaren Strom  $i_1$  durchflossen, der von einer in ihrer Polarität umsteuerbaren Konstantspannungsquelle  $Ko$  zufließt, wobei dieser Strom  $i_1$  den weichmagnetischen Kern  $K$  des Übertragers  $W$  bis in die Sättigung magnetisiert. Die Konstantspannungsquelle  $Ko$  bezieht ihre Energie aus einer zugeordneten Gleichspannungsquelle  $G_0$  und ist im übrigen so ausge-

bildet, daß der Takt für die Umpolung der Konstantspannungsquelle  $Ko$  wie etwa bei dem eingangs genannten Strommeßwandler der DE-PS 11 53 452 für sich bekannt, von dem Sättigungsverhalten des Kerns  $K$  des Übertragers  $W$  bestimmt wird, wobei dieses Sättigungsverhalten zusätzlich zu dem in der Primärwicklung  $W_1$  fließenden Strom  $i_1$  von einem in der Sekundärwicklung  $W_2$  fließenden, einen dem Meßsignal entsprechenden Strom  $I_2$ , je nach Polarität des Gleichrichters  $G$  und damit des Meßsignals, unsymmetrisch beeinflußt wird, mit anderen Worten, je nach dem Beitrag und der Richtung des von der Sekundärwicklung  $W_2$  erzeugten Magnetflusses ergibt sich ein Auswandern der Nulldurchgänge des die Primärwicklung  $W_1$  speisenden Stroms  $i_1$ , so daß das Taktverhältnis der Stromwendung (Polaritätswechsel) sich in der einen oder anderen Richtung ändert, also nicht mehr gleiche Nulldurchgangsabstände vorliegen. Der Grund hierfür ist natürlich darin zu sehen, daß die Polaritätsumsteuerung in Abhängigkeit von der Sättigung des weichmagnetischen Kerns erfolgt und diese ist eine Funktion der Summe der von beiden Wicklungen erzeugten Magnetflüsse.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 wird die an der Primärwicklung  $W_1$  des Übertragers 25 anliegende Spannung  $u_1$  auf der Sekundärseite von einem Gleichrichter  $G$  (Einweggleichrichter) gleichgerichtet und ergibt sich nach Siebung an einem Kondensator  $C_1$  und/oder  $C_2$  und Passieren eines Widerstandes  $R$  als Speisespannung  $U_2$  am Eingang des Zweileiter- 30 meßumformers  $MU$ , wobei es sich versteht, daß auf diese sekundärseitige Gleichrichtung auch verzichtet werden kann, wenn ein fremdgepeister Meßumformer mit aktivem Ausgangssignal verwendet wird, welches z. B. bipolaren Charakter hat. Üblichweise sind Zweileiter- 35 meßumformer  $MU$  jedoch so ausgebildet, daß sie einen bestimmten Ausgangsstrom, etwa von 4 bis 20 mA, erzeugen, wobei dann die Stromaufnahme des Meßumformers  $MU$  ihrerseits von der Meßgröße  $X$  gesteuert ist und das Meßsignal  $I_2$  bildet. Die Konstantspannungs- 40 quelle  $Ko$  liefert daher eine durch ihr variables, sättigungsgesteuertes Tastverhältnis zeitverschlüsselte Ausgangsinformationen  $XT$  der Eingangsmeßgröße  $X$ . Aus der Ausgangsgröße  $XT$  kann dann etwa durch Integration und Verstärkung unmittelbar ein analoges Signal 45 gebildet werden oder man kann durch Auszählen mit hochfrequenten Impulsen während der positiven und negativen Impulsdauern, ohne den Umweg über das analoge Signal, direkt einen numerischen Wert für das Eingangsmeßsignal erzeugen.

Es ist möglich, durch Einstellen der Amplitude der Restwelligkeit des gleichgerichteten Speisesignals (Spannung  $U_2$ ) für den Meßumformer ein Steuersignal zu erzeugen, welches von dem Meßumformer  $MU$  ausgewertet wird; zu diesem Zweck ist zusätzlich zu dem 55 Kondensator  $C_1$ , der ständig über der Sekundärwicklung  $W_2$  und der Gleichrichtdiode  $G$  liegt, ein weiterer Kondensator  $C_2$  vorgesehen, der über einen Schalter von beliebiger Art (Halbleiterschalter, insbesondere optisch aktivierbarer Halbleiterschalter zur Erzielung einer galvanisch getrennten Aussteuerung) zugeschaltet wird. Das Auftreten eines höheren Wechselspannungsanteils  $u_2^\circ$  auf der Versorgungsspannung  $U_2$  wird dann von einer Steuereinrichtung  $St$  des Zweileiter-Meßumformers  $MU$  detektiert und löst den gewünschten Steuervorgang aus, wobei entweder der Steuerbefehl so lange ansteht, wie das erhöhte Brummsignal vorhanden ist, oder der Steuerbefehl bei jedem Auftreten der erhöhten Brummspannung seinen Zustand ändern kann. Man

kann daher durch Mehrfachbetätigung des Schalters  $S$  entsprechend codierte Befehle oder Serien von Befehlen ergänzend dem Meßumformer  $MU$  vermitteln.

Die Darstellung der Fig. 2 zeigt insbesondere den Bereich des durch die Erfindung realisierten kombinierten Speise-Trennwandlers  $ST$  genauer. Der im Zweileiter-Meßumformerkreis fließende Strom  $I_2$  besteht aus zwei Komponenten:  $I_2 = R_0 + I_x$ . Der konstante Grundanteil  $R_0$  dient zur Deckung des eigenen Energiebedarfs des Meßumformers  $MU$ . Der Meßumformer ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel so ausgelegt, daß er einen festgelegten Bereich der Meßgröße  $X$  z. B. in einer normierten Änderung  $I_x$  von  $3 \dots 6$  mA des speisenden Stroms  $I_2$  umformt und verfügt ferner über die weitere vorn schon erwähnte Steuereinrichtung  $St$ . Die Konstantspannungsquelle  $Ko$  ist gebildet von einem Kippgenerator  $KG$ , dessen eine amplitudenstabile Ausgangswechselspannung  $u_1$  führenden Ausgangsanschlüsse über einen Begrenzungswiderstand  $R_b$  mit der Primärwicklung  $W_1$  des Übertragers  $W$  verbunden sind. Die Primärwicklung führt den Erregerstrom  $i_s$ , der den Kern  $K$  des Übertragers  $W$  daher beidseitig in die Sättigung magnetisiert.

Die unmittelbar an der Primärwicklung  $W_1$  abfallende Spannung  $us$ , die als Maß für den Sättigungszustand ausgewertet wird, steuert dann den Kippgenerator derart, daß er jeweils bei Erreichung der Sättigung sprunghaft seine Ausgangsspannung  $u_1$  umpolst.

Diese Ausgangsspannung  $u_1$  ist dann ferner zur Gewinnung eines in diesem Falle analogen Ausgangssignals  $XA$  für die Meßgröße  $X$  einem integrierenden, dem Kippgenerator  $KG$  nachgeschalteten Verstärker  $V$  zugeführt.

Die Darstellung der Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines sättigungsabhängigen Kippgenerators, der für die Speisung aus einer dreipoligen Hilfsspannungsquelle mit den Anschlüssen  $UH+$ ,  $UH-$  und Null bzw. Masse ausgelegt ist.

Gebildet ist der Kippgenerator aus zwei mit ihren Emittoren verbundenen Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  unterschiedlichen Leitungstypen, wobei der Transistor  $T_1$  mit seinem Kollektor an der Speisespannung  $UH+$  und der Transistor  $T_2$  mit seinem Kollektor an der Speisespannung  $UH-$  liegt. Angesteuert werden die zusammengefaßten Basen der Transistoren  $T_1$  und  $T_2$  vom Ausgang eines Operationsverstärkers  $V$ , der über Vorwiderstände  $R_V$  beidseitig mit den Anschlüssen der Primärwicklung  $W_1$  des Übertragers  $W$  verbunden ist.

Die Emittoren der Transistoren  $T_1$  und  $T_2$  liegen über einen weiteren Vorwiderstand  $R_{VO}$  an zwei antiparallel geschalteten Referenzdiode  $D_1$ ,  $D_2$  (Zenerdiode) und bilden den die Signalspannung  $u_1$  für das nachgeschaltete Meßglied bildenden Ausgang, der gleichzeitig der den Strom  $i_s$  führende Steuerausgang (über den Begrenzungswiderstand  $R_b$ ) für die Primärwicklung des Übertragers  $W$  ist.

Je nach dem Änderungsverhalten der an seinen Eingängen anliegenden, ein Maß für die Sättigung des Übertragers  $W$  darstellenden Spannung  $us$  ändert der Verstärker  $V$  seinen Ausgang von hoch auf niedrig und umgekehrt und legt daher über die abwechselnd leitend geschalteten Transistoren  $T_1$  und  $T_2$  entweder die positive Hilfsspannung  $UH+$  über den Schalttransistor  $T_1$  bzw. die negative Hilfsspannung  $UH-$  über den durchgeschalteten Transistor  $T_2$  auf den Anschlußpunkt der antiparallelen Referenzdiode  $D_1$ ,  $D_2$ , so daß sich an diesen Dioden  $D_1$ ,  $D_2$  die für beide Polaritäten gegen Masse amplitudenstabilisierte Spannung  $u_1$  ergibt, wel-

che über den Begrenzungswiderstand  $R_b$  an die Wicklung  $W_1$  angeschlossen ist und den Erregerstrom  $i_s$  für den Übertrager liefert und andererseits in Form des durch das Sättigungsverhalten des Kerns jeweils puls-dauer-modulierten Signals die zeitverschlüsselte Information für den in der Sekundärwicklung  $W_2$  des Übertragers  $W$  fließenden Meßgleichstroms  $I_2$ .

Entsprechend den Kurvenverläufen der Fig. 4 läßt sich bei a) erkennen, daß die Steuerspannung  $us$  für den Verstärker  $V$  gegenüber der klaren Rechteckform der Kippgenerator-Ausgangsspannung  $u_1$  dann abnimmt, praktisch auf Null abfällt, wenn der weichmagnetische Kern  $K$  des Übertragers  $W$  durch den Strom  $i_s$  in den Sättigungsbereich magnetisiert worden ist. Es reicht dann die Spannung  $us$  nicht mehr aus, um über den Verstärker  $V$  den durch den Begrenzungswiderstand  $R_b$  begrenzten Erregerstrom  $i_s$  mit dieser Polarität zu liefern, so daß die Schaltung jeweils in den komplementären Zustand umkippt.

Andererseits ergibt sich durch die Vormagnetisierung des Kerns  $K$  mit dem Meßgleichstrom  $I_2$  in der Sekundärwicklung  $W_2$  der Sättigungszustand des Kerns in der gleichsinnigen Erregerphase infolge Addition der Magnetflüsse früher, bei gegensinniger Erregung wird der Sättigungszustand infolge Subtraktion dann entsprechend später erreicht. Dies ist der Grund dafür, daß sich eine dem Meßgleichstrom  $I_2$  proportionale Änderung des Tastverhältnisses, also der Abstände der Nulldurchgänge der Rechteckausgangsspannung  $u_1$  des Kippgenerators  $KG$  ergibt, mit anderen Worten, wie bei b) in Fig. 4 gezeigt, werden die Halbwellen-Schwingungsdauern  $t_1$  und  $t_2$  der Rechteckausgangsimpulsfolge ungleich. In der Darstellung der Fig. 4 erkennt man auch den erheblichen Spitzen aufweisenden Erregerstrom  $i_s$ .

Die als Tast- oder Taktverhältnis der Ausgangsrechteckspannung  $u_1$  gewonnene Information bezüglich der Meßgröße  $X$  kann dann so verarbeitet werden, daß aufgrund der stabilen Amplitude der Spannung  $u_1$  deren zeitlicher Mittelwert dadurch unmittelbar als Maß für den Meßgleichstrom  $I_2$  ausgewertet wird, daß der als Integrator beschaltete Operationsverstärker  $V_I$  mit hochohmigem Eingang je nach der überwiegenden Polarität des dem ansteuernden Signals ein zeitflächenproportionales analoges Ausgangsgleichstromsignal  $XA$  bildet, wobei durch eine über den Widerstand  $R_I$  dem negierenden Eingang zugeführte Vorspannung der Einfluß des konstanten Grundanteils  $R_0$  des Meßgleichstroms  $I_2$  kompensiert wird und daher die Ausgangsspannungsverstärker ein auf Null bezogenes Signal liefern kann; oder daß die Zeitintervalle  $t_1$  und  $t_2$  zwischen den steilen Flanken der Spannung  $u_1$  in bekannter Weise durch Zählen hochfrequenter Impulse digital erfaßt und die unterschiedlichen Abstände numerisch berechnet und in die Ausgangsinformation umgesetzt werden. Es ist daher auch möglich, ohne den Umweg über ein Analogsignal direkt einen Digitalwert für die Eingangsmeßgröße  $X$  zu bilden.

Bei der bisher erläuterten Ausführungsform mit Einweggleichrichtung der in der Sekundärwicklung  $W_2$  induzierten (transformierten) Spannung  $U_2$  durch die Gleichrichterdiode  $G$  ergibt sich im wesentlichen eine meßgrößenabhängige Zeitsdauerbeeinflussung nur in der für die Gleichrichterdiode  $G$  leitenden Halbperiode. So fließt zwar, durch die Gleichrichtung und Siebung bewirkt, der Meßgleichstrom  $I_2$  in beiden Halbperioden; durch die Sekundärwicklung  $W_2$  fließt jedoch in der einen Halbperiode  $t_2$ , in welcher der Gleichrichter

sperrt, kein Sekundärstrom  $\mathcal{I}_2$ .

Dabei ist der in der leitenden Halbperiode vom Sekundärstrom  $\mathcal{I}_2$  im Magnetkern erzeugte Fluß und der vom Primärstrom  $I_1$  erzeugte Fluß durch entsprechende Anordnung der Wicklungen gegeneinandergerichtet, so daß, je größer der vom Meßgleichstrom  $I_x$  (der wieder von dem normierten, meßgrößenproportionalen Änderungsstrom  $I_x$  abhängt) abhängige Sekundärstrom  $\mathcal{I}_2$  ist, umso später wird der Sättigungszustand des Kerns erreicht. Dies äußerst sich in einer zeitlichen Zunahme in der leitenden Halbperiode entsprechend dem Zeitintervall  $t_1$  der Fig. 4 bei b). Dabei ist in einem Bereich mäßiger Aussteuerung der Zeitzuwachs von  $t_1$  proportional zum Sekundärstrom  $\mathcal{I}_2$  und damit letztlich zur Meßgröße  $X$ . Da in der durch den Gleichrichter gesperrten Halbperiode  $\mathcal{I}_2$  der Sekundärstrom  $\mathcal{I}_2$  nicht fließen kann, ist die zeitliche Dauer dieser gesperrten Halbperiode nahezu konstant und bestimmt sich aus den Verhältnissen am Kippgenerator und den sonstigen Gegebenheiten. Die Frequenz des Kippgenerators liegt dabei in der Größenordnung 5 bis 10 kHz.

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfundungswesentlich sein.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

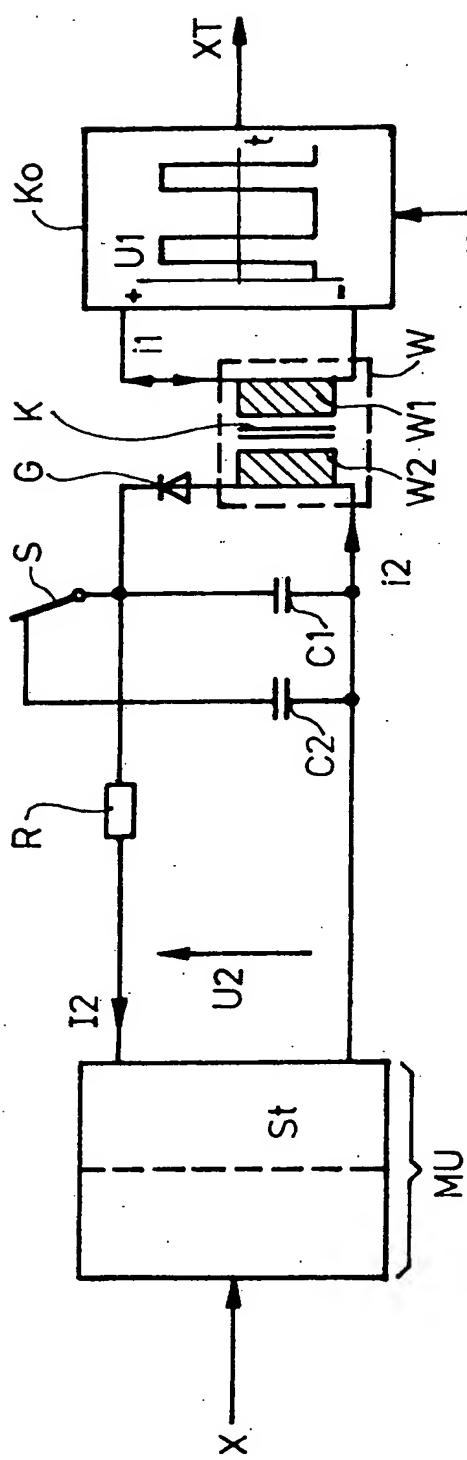
60

65

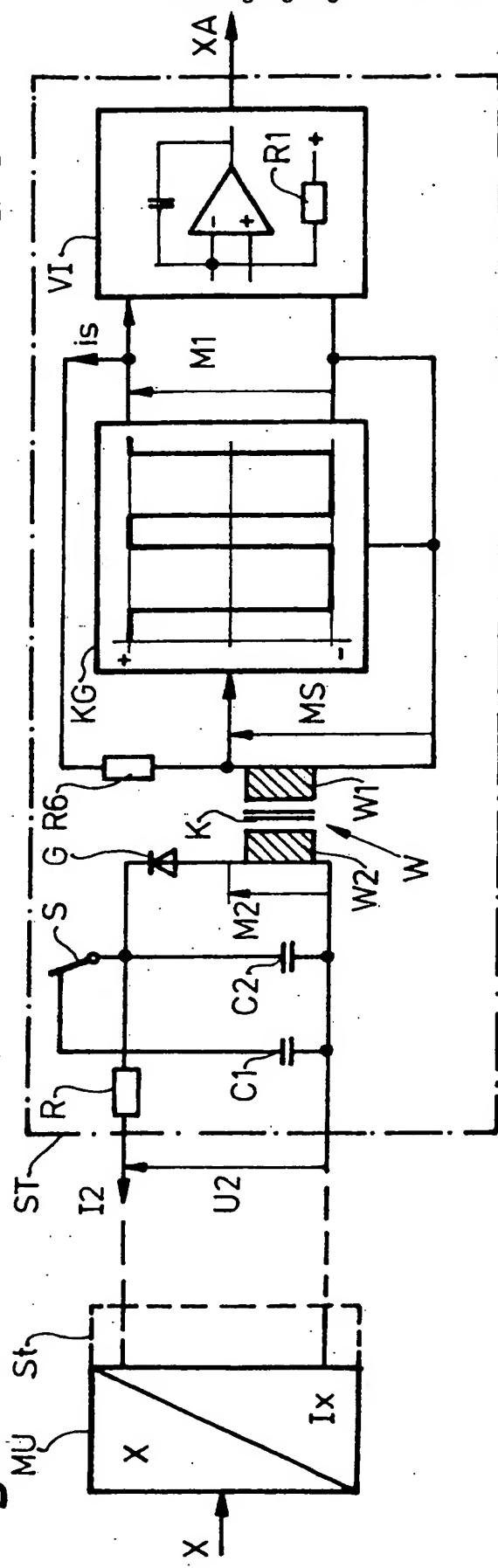
3540988

Nummer:  
Int. Cl.<sup>4</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

**35 40 988**  
**G 01 R 1/20**  
19. November 1985  
21. Mai 1987



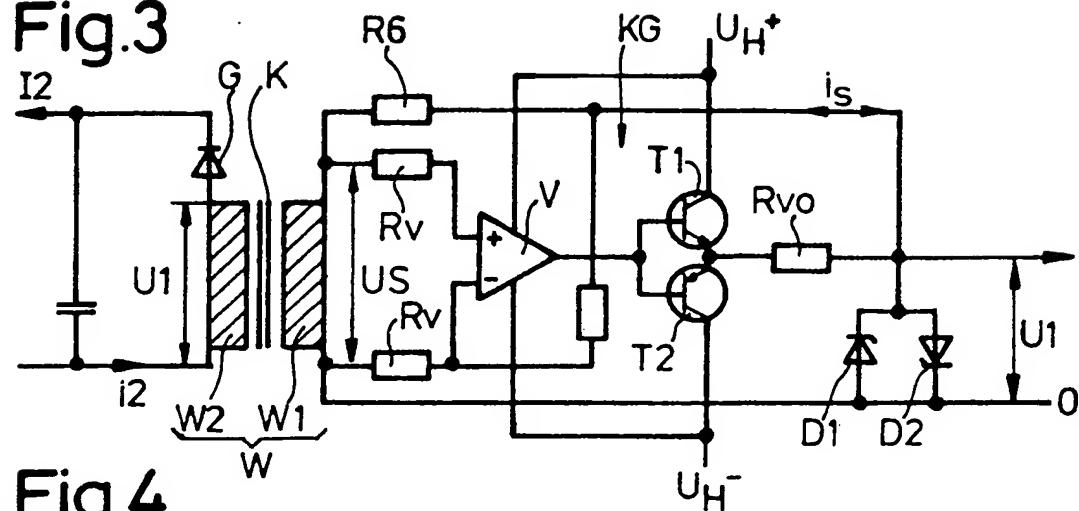
16



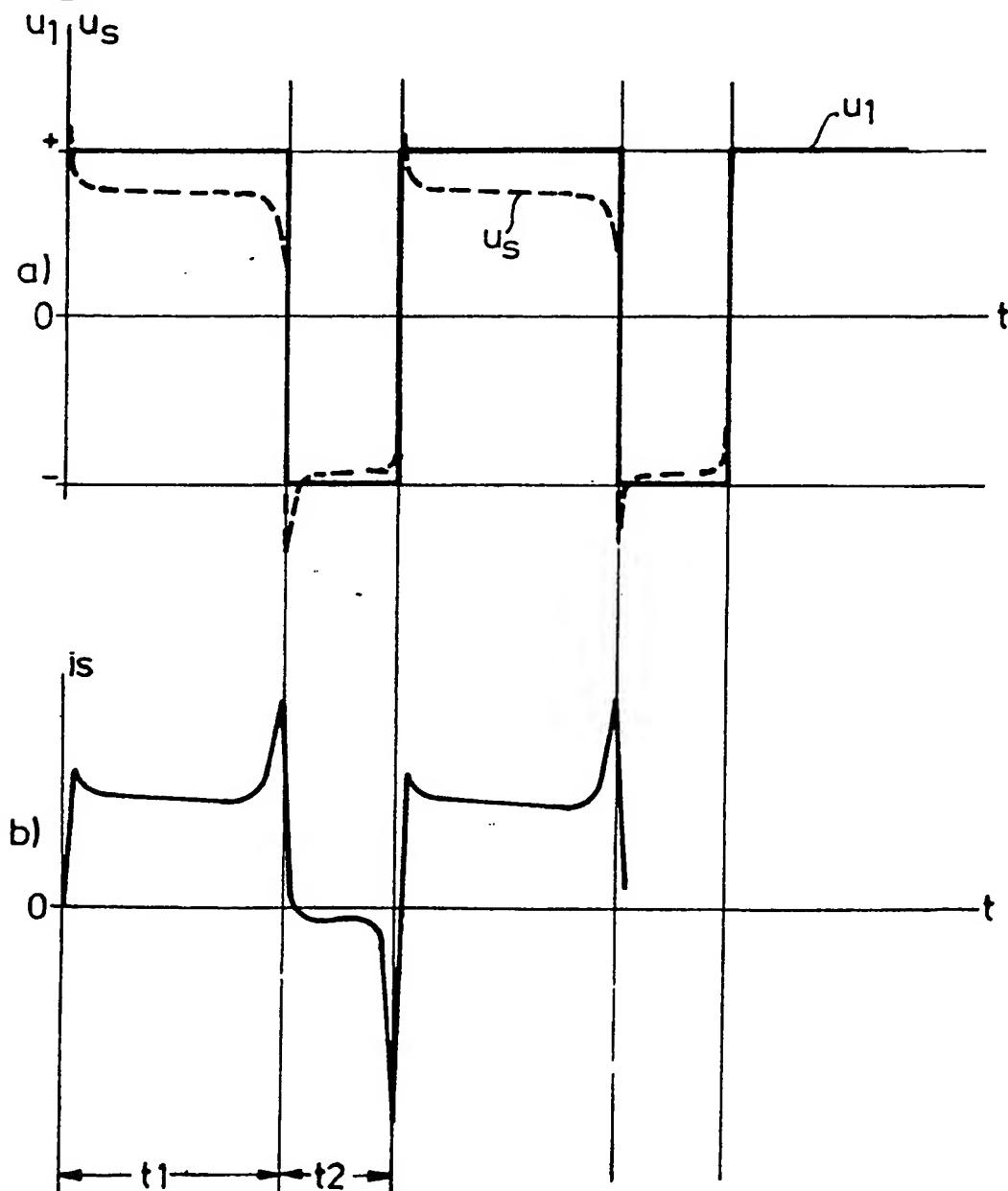
**Fig. 2**

3540988

**Fig.3**



**Fig.4**



## **Abstract**

### **DE3540988-A**

Measurement conversion circuit with voltage isolation combines converter supply voltage isolation, measurement signal formation and transfer in single element

A measurement signal (X) is fed to the secondary coil (W2) of a transformer (W) with a weakly magnetic core whose primary coil (W1) is connected to a voltage supply whose polarity is controlled according to the magnetic saturation state. The power supply to the measurement convertor which produces the measurement signal and the measurement signal itself are simultaneously transferred in opposite directions by a transformer acting as a voltage isolation. The transformer is part of a supply isolation transducer (ST) connected to the measurement convertor via a two-wire connection.; Esp. for two-wire measurement converter with a current measurement transducer with a superimposed control signal. High transformation accuracy is ensured.